

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I                   | サーチコード (参考)      |
|---------------------------|------|-----------------------|------------------|
| H 0 3 H 9/145<br>9/25     |      | H 0 3 H 9/145<br>9/25 | C 5 J 0 9 7<br>C |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2001-161741(P2001-161741)

(22) 出願日 平成13年5月30日 (2001.5.30)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 中川原 修

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(73) 発明者 佐伯 昌彦

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100086143

弁理士 小柴 雅昭

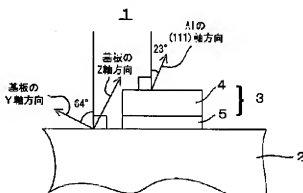
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 弾性表面波素子

## (57) 【要約】

【課題】 圧電基板上に、耐ストレスマイグレーション性に優れた電極が形成され、それによって、耐電力性に優れた弾性表面波素子を提供する。

【解決手段】 圧電基板2上に形成される電極3として、TiまたはCrを主成分とする下地電極層4を形成し、その上にAlを主成分とするAl電極層5を形成する。Al電極層4および下地電極層5を、エピタキシャル成長した配向膜によって与え、Al電極層4の結晶の(111)面と下地電極層5の結晶の(001)面あるいは(100)面と圧電基板2の結晶の(001)面とを互いに平行に配向させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、前記圧電基板上に形成された電極とを備える、弾性表面波素子であって、前記電極は、A1を主成分とするA1電極層を備え、前記A1電極層は、エピタキシャル成長した配向膜からなり、前記A1電極層を構成する結晶の(111)面と前記圧電基板を構成する結晶の(001)面とが互いに平行である、弾性表面波素子。

【請求項2】 前記A1電極層を構成する結晶の〈011〉方向と前記圧電基板を構成する結晶の〈100〉方向とが互いに一致している、請求項1に記載の弾性表面波素子。

【請求項3】 前記A1電極層は、双晶構造を有する多結晶薄膜からなる、請求項1または2に記載の弾性表面波素子。

【請求項4】 前記電極は、前記A1電極層と前記圧電基板との間に設けられる、前記A1電極層の結晶性を向上させるための下地電極層をさらに備える。請求項1ないし3のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項5】 前記下地電極層は、TiおよびCrの少なくとも一方を主成分とする、請求項4に記載の弾性表面波素子。

【請求項6】 前記下地電極層は、エピタキシャル成長した配向膜からなり、前記A1電極層を構成する結晶の(111)面と前記下地電極層を構成する結晶の(001)面あるいは(100)面と前記圧電基板を構成する結晶の(001)面とが互いに平行である、請求項4または5に記載の弾性表面波素子。

【請求項7】 前記A1電極層を構成する結晶の〈011〉方向と前記下地電極層を構成する結晶の〈100〉方向と前記圧電基板を構成する結晶の〈100〉方向とが互いに一致している、請求項6に記載の弾性表面波素子。

【請求項8】 前記A1電極層および前記下地電極層は、ともに、双晶構造を有する多結晶薄膜からなる、請求項6または7に記載の弾性表面波素子。

【請求項9】 前記圧電基板は、64° Y-XカットのLiNbO<sub>3</sub>の単結晶からなり、前記A1電極層を構成する結晶は、その(111)面の法線方向と前記圧電基板を構成する結晶のZ軸とが実質的に一致するように一方方向に配向する結晶方位を有している、請求項1ないし8のいずれかに記載の弾性表面波素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、弾性表面波共振子または弾性表面波フィルタのような弾性表面波素子に関するもので、特に、弾性表面波素子の電極の結晶構造についての改良に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】弾性表面波素子は、周知のように、機械

的振動エネルギーが固体表面付近にのみ集中して伝搬する弾性表面波を利用した電子部品であり、一般に、圧電性を有する圧電基板と、この圧電基板上に形成された、信号を印加するためのインタディジタル電極および/またはグレーティング電極のような電極とを有して構成される。

【0003】このような弾性表面波素子において、電極材料としては、電気抵抗率が低く、比重の小さいA1を主成分とするもの、すなわち、A1単独またはA1系合金を用いるのが一般的である。

【0004】しかしながら、A1は耐ストレスマイグレーション性が悪く、大きな電力を投入すると、電極にヒロックやボイドが発生し、やがては、電極が短絡または断線して、弾性表面波素子が破壊に至ることがある。

【0005】上述した問題の解決を図るため、電極の成膜法として、イオンビームスパッタを用い、結晶配向性を向上させることによって、耐電力性を向上させる方法が、特開平7-162255号公報において提案されている(第1の従来技術)。

【0006】また、A1をエピタキシャル成長させることによって、結晶方位を一定方向に配向させ、それによって、耐電力性を向上させる方法が、特開平3-48511号公報において提案されている(第2の従来技術)。

【0007】他方、結晶粒が小さいほど、電極の耐電力性が優れていることが、特開平6-6173号公報に記載されている(第3の従来技術)。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1および第3の従来技術では、高周波、大電力用途に向けられるとき、耐電力性が不十分であるという問題がある。

【0009】また、第2の従来技術は、実質的に水晶基板に対してのみ適用可能であり、そのため、圧電性が大きく、フィルタ等に広く用いられている、LiNbO<sub>3</sub>またはLiTaO<sub>3</sub>基板上では、結晶性の良好なエピタキシャル膜を得ることが困難であるという問題がある。

【0010】そこで、この発明の目的は、上述したような問題を解決し得る、弾性表面波素子を提供しようとすることである。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】この発明は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成された電極とを備え、この電極が、A1を主成分とするA1電極層を備えている、弾性表面波素子に向けられるものであって、上述した技術的課題を解決するため、A1電極層が、エピタキシャル成長した配向膜からなり、A1電極層と圧電基板とのエピタキシャル成長の面方位の関係に関して、A1電極層を構成する結晶が、その(111)面と圧電基板を構成する結晶の(001)面とが互いに平行な関係を保って結晶成長していることを特徴としている。

【0012】この発明において、A1電極層の〈111〉面と圧電基板の(001)面における面内配向のエピタキシャル関係に関して、好ましくは、A1電極層は、A1電極層を構成する結晶の〈011〉方向と圧電基板を構成する結晶の〈100〉方向とが互いに一致した関係を保って結晶成長している。

【0013】A1電極層は、前述したように、エピタキシャル成長した配向膜からなるものであるとともに、双晶構造を有する多結晶薄膜からなるものであることが好ましい。

【0014】この発明において、電極は、A1電極層と圧電基板との間に設けられる、A1電極層の結晶性を向上させるための下地電極層をさらに備えることが好ましい。この下地電極層は、好ましくは、TiおよびCrの少なくとも一方を主成分としている。

【0015】上述のように、下地電極層を備える場合、下地電極層は、エピタキシャル成長した配向膜からなり、A1電極層と下地電極層と圧電基板とのエピタキシャル成長の面方位の関係が、A1電極層を構成する結晶の(111)面と下地電極層を構成する結晶の(001)面あるいは(100)面と圧電基板を構成する結晶の(001)面とが互いに平行であることが好ましい。

【0016】上述の場合、A1電極層の(111)面と下地電極層の(001)面あるいは(100)面と圧電基板の(001)面とにおける面内配向のエピタキシャル関係に関して、A1電極層を構成する結晶の〈011〉方向と下地電極層を構成する結晶の〈100〉方向と圧電基板を構成する結晶の〈100〉方向とが互いに一致した関係を保って結晶成長していることがより好ましい。

【0017】また、A1電極層および下地電極層は、ともに、エピタキシャル成長した配向膜からなるものであるばかりでなく、双晶構造を有する多結晶薄膜からなるものであることがより好ましい。

【0018】また、この発明のより具体的な実施態様では、圧電基板は、 $64^\circ$  Y-Xカットの $\text{LiNbO}_3$ の単結晶からなり、A1電極層を構成する結晶は、その(111)面の法線方向と圧電基板を構成する結晶のZ軸とが概ね一致するように、すなわち実質的に一致するように一定方向に配向する結晶方位を有している。

【0019】

【発明の実施の形態】この発明は、次のような知見を得たことにより、これをなすに至ったものである。

【0020】すなわち、A1を主成分とする電極を、A1の3つの結晶軸が一定方向に揃った3軸配向膜とすることにより、耐ストレスマイグレーション性が向上することが知られている。しかし、電気機械結合係数が大きく、フィルタ等において広く用いられている $\text{LiNbO}_3$ 基板または $\text{LiTaO}_3$ 基板上においては、従来、上述のような結晶性が良好な3軸配向膜を形成することが

できなかった。

【0021】そこで、たとえば $\text{LiNbO}_3$ 基板上に、下地電極層としてTi膜を形成し、その上にA1を蒸着すれば、 $\text{LiNbO}_3$ 基板上にエピタキシャル成長したA1膜を形成することができた。このA1膜の結晶性は極めて良好であり、A1の(111)軸が $64^\circ$  Y-Xカットの $\text{LiNbO}_3$ 基板のZ軸方向に一致する、特殊な配向を示した。

【0022】そして、このエピタキシャル成長したA1配向膜の結晶構造を詳細に検討した結果、双晶構造を持つことがわかった。双晶構造は、結晶軸の方向が一様でないことから機械的強度が高いという特徴と、高配向性であることから境界拡散が起こりにくいという特徴とを併せ持っている。したがって、このようにA1配向膜をもって電極を形成した弾性表面波素子は、その耐電力性を著しく向上させることがわかった。

【0023】図1は、この発明の一実施形態による弾性表面波素子1の一部を示す断面図であり、圧電基板2上に電極3が形成された部分を示している。

【0024】圧電基板2は、 $\text{LiNbO}_3$ 単結晶のような圧電性材料から構成される。また、電極3は、A1を主成分とするA1電極層4を備え、さらに、A1電極層4と圧電基板2との間には、A1の結晶性を向上させるための下地電極層5が設けられる。下地電極層5は、たとえば、TiおよびCrの少なくとも一方を主成分としている。

【0025】なお、図示しないが、電極3の表面および側面を覆う電気絶縁性の保護膜がさらに形成されてもよい。

【0026】圧電基板2としては、好ましくは、 $64^\circ$  Y-Xカットの $\text{LiNbO}_3$ の単結晶からなる基板が用いられる。したがって、圧電基板2の結晶のY軸方向およびZ軸方向は、それぞれ、図1に矢印で示した方向に向いている。X軸方向は、紙面に垂直な方向にある。

【0027】圧電基板2上に電極3を形成するにあたって、たとえばイオンエッチングによる前処理が施される。これは、研磨等によって圧電基板2の表面に生じた厚さ数nmの加工変質層を取り除くためのものであり、それによって、圧電基板2の表面にエピタキシャル成長可能な結晶面を露出させることができる。

【0028】上述した加工変質層を取り除いた結果、図2に示すように、圧電基板2の表面は、Z面6をテラスとした非常に微小な階段状構造となる。このZ面すなわち(001)面の最表面は、図3(a)において白抜きの円によって図解的に示すように、酸素原子7が、 $2.972\text{\AA}$ 間隔に並んでいる状態となっている。

【0029】図4(a)には、 $\text{LiNbO}_3$ からなる圧電基板2のZ面すなわち(001)面の最表面上に、酸素原子7が並んでいる状態が示されている。酸素原子7は、 $2.972\text{\AA}$ の間隔をもって並んでいる。

【0030】次いで、上述のように酸素原子7が配列された圧電基板2のZ面6上に、下地電極層5が成膜される。下地電極層5を形成するため、たとえば、最小原子間隔が2.920Åで六方最密構造のTiを成膜すると、図3(b)において濃度の比較的高い網かけを施した円によって図解的に示すように、Ti原子8の結晶の(001)面が圧電基板2のZ面すなわち(001)面6に平行になる方向にエピタキシャル成長する。

【0031】図4(b)には、Ti原子8の結晶の(001)面が示されている。Ti原子8は、図4(a)に示した酸素原子7と結びつきやすいため、圧電基板2としてのLiNbO<sub>3</sub>基板上の図4(a)に示した酸素原子7の間隔である2.972Åに近い2.951Åの間隔をもってエピタキシャル成長する。したがって、Ti原子8からなる下地電極層5においては、後述するA1電極層4を圧電基板2上に直接形成する場合のA1電極層4に比べて、良好な結晶性を得ることができる。

【0032】上述した下地電極層5の形成にあたっては、100℃以下の温度で真空蒸着法によって形成する方法が適用される。この真空蒸着法において、100℃より高い温度を付与すると、Ti原子8の配向方向が変わるため、後述するA1電極層4の成膜において、A1結晶の(111)面または(110)面が圧電基板2に垂直に成長するように変化し、良好な結晶性を得にくい。

【0033】次いで、下地電極層5上にA1電極層4が形成される。より詳細には、最小原子間隔が2.864Åで面心立方構造のAlを、Ti原子8が配列された下地電極層5上に成膜すると、図3(b)において濃度の比較的低い網かけを施した円によって図解的に示すように、A1原子9の結晶の(111)面がTiの(001)面に平行になるようにエピタキシャル成長する。このようにして得られたA1電極層4は優れた耐マイレージ性を示す。

【0034】さらに、図3(b)に示すように、A1原子9の入り方によって、圧電基板2のZ軸方向に延びる軸を回転軸として、互いに180°回転させたような2種の結晶方位を持った結晶構造を有するA1電極層4が成膜される場合がある。このような結晶構造は、一般に双晶と呼ばれる。上述の2種の結晶方位は、それぞれ、1/2の確率で現れ、得られたA1電極層4は、大い破壊線10で示すような位置に結晶境界すなわち双晶面を有する多結晶となる。

【0035】なお、図3(b)では、図示を簡単化するため、Ti原子8を1原子層分だけ図示したが、実際には、数ないし数100の原子層が形成される。

【0036】図3(b)において、A1結晶の(200)、(020)および(002)方向が矢印で示されている。なお、実際には、これらの軸は、図3(c)の紙面ではなく、約35°紙面より手前側に向いてい

る。

【0037】このようにして、図1に示すように、64°Y-XカットのLiNbO<sub>3</sub>基板からなる圧電基板2上に、そのZ面すなわち(001)面6に平行に(111)面が成長したA1電極層4を得ることができる。

【0038】一般に、A1電極層における結晶境界の存在は、弾性表面波素子の耐電力性を劣化させると言われている。これは、ストレスマイグレーションによって、結晶境界を通じて、A1が自己拡散し、ヒロックやポイドと呼ばれる欠陥が成長するからである。しかしながら、この実施形態に従って得られた多結晶のA1電極層4においては、結晶境界は1原子間隔以下であり、この結晶境界を通じての自己拡散は実質的に起こらない。

【0039】一方、金属の機械的強度については、単結晶よりは多結晶の方が高い。これは、金属の塑性変形メカニズムによる。すなわち、塑性変形は、外力(弾性表面波素子の分野においては、圧電効果による振動)等による結晶のすべり変形を生じさせるが、単結晶では、最も活動しやすいすべり系の活動だけで引き起こされるのに対し、多結晶では、複数のすべり系の活動が要求されることに起因する(参考文献：丸善「金剛鋼」改訂5版・第337〜343頁)。このようにことから、塑性変形の起きにくさは、ストレスマイグレーションによる電極破壊の起きにくさにもつながり、粒径の小さい電極構造が高い耐電力性をもたらす。

【0040】これらのことから、A1電極層4を、双晶構造を持つ配向膜とすることによって、結晶境界を通じての電極構成原子の自己拡散によるヒロックやポイドの成長を防ぐ効果と、塑性変形のしにくさに起因する高耐電力性とを併せ持つ、非常に耐電力性に優れたものとするることができる。

【0041】A1電極層4と下地電極層5と圧電基板2とのエピタキシャル成長の面方位の関係は、前述したように、A1電極層4を構成する結晶の(111)面と下地電極層5を構成する結晶の(001)面と圧電基板2を構成する結晶の(001)面とが互いに平行であるが、A1電極層4の(111)面と下地電極層5の(001)面と圧電基板2の(001)面とにおける面内配向のエピタキシャル関係に関しては、A1電極層4を構成する結晶の(011)方向と下地電極層5を構成する結晶の(100)方向と圧電基板2を構成する結晶の(100)方向とが互いに一致した関係を保って結晶成長していることが好ましい。

【0042】上述したA1電極層4の(011)方向とは、A1電極層4の(111)面内の同一元素配列における最近接原子の中心を結ぶ方向と定義され、一例として、図4(c)に示す[0-11]方向が挙げられる。なお、〈101〉方向は、対称性を考慮した場合の等価な方向である[110]、[1-10]、[-110]、[011]、[101]、[-101]、[10-1]、[0

11]、[01-1]、[0-11]等をすべて含むものである。

【0043】また、下地電極層5の〈100〉方向とは、下地電極層5の(001)面内の同一元素配列における最近接原子の中心を結ぶ方向と定義され、一例として、図4(b)に示す[100]が挙げられる。

【0044】また、圧電基板2の〈100〉方向とは、圧電基板2の(001)面内の同一元素配列における最近接原子の中心を結ぶ方向と定義され、一例として、図4(a)に示す[100]が挙げられる。

【0045】なお、下地電極層5および圧電基板2の〈100〉方向は、対称性を考慮した場合の等価な方向である[100]、[-100]、[010]、[0-10]、[001]、[00-1]等をすべて含むものである。

【0046】上述した実施形態では、A1電極層4を、双晶構造を持つ配向膜としたが、 $\text{LiNbO}_3$ または $\text{LiTaO}_3$ の単結晶からなる圧電基板を備える、弾性表面波素子の場合、A1電極層は、その結晶が必ずしも双晶構造を有している必要はない。すなわち、A1電極層は、単に、A1結晶の(111)面の法線方向と圧電基板のZ軸とが実質的に一致するように一定方向に配向する結晶方位を有してさえいけばよく、1軸配向であっても、3軸配向であってもよい。

【0047】また、上述した実施形態では、圧電基板2として、 $64^\circ \text{Y-X}$ カットの $\text{LiNbO}_3$ 基板を用いたが、前処理により表面の加工変質層を取り除き、エピタキシャル成長可能な結晶面を露出させることができるため、異なるカット角を持つ基板に対しても有効である。また、結晶構造が類似する $\text{LiTaO}_3$ 基板においても同様の効果が得られる。さらに、 $\text{LiNbO}_3$ 基板または $\text{LiTaO}_3$ 基板以外の圧電基板を用いることもできる。

【0048】また、A1電極層4の材料としてA1を用いたが、耐電力性向上に効果がある添加物、たとえば、Cu、Mg、Ni、Mo等をA1に微量添加した合金を用いてもよい。

【0049】また、下地電極層5の材料として、Tiを用いたが、Tiを主成分とする合金を用いても、さらには、A1の結晶性向上に効果がある他の金属、たとえば、CrまたはCrを主成分とする合金を用いてもよい。

【0050】また、圧電基板2の前処理のために、イオンエッチングを用いたが、化学機械研磨、スクラブ洗浄等、他の方法を用いてもよい。

【0051】

【実施例】この発明の実施例に係る弾性表面波フィルタを作製するため、まず、 $64^\circ \text{Y-X}$ カットの $\text{LiNbO}_3$ 圧電性基板に対して、イオンエッチングによる前処理を行い、基板表面に存在する厚さ数nmの加工変質

層を取り除いた。

【0052】次に、電子ビーム蒸着法により、Tiからなる下地電極層を、基板温度 $50^\circ\text{C}$ において、5nmの厚さとなるように形成し、続いて、A1からなるA1電極層を、200nmの厚さとなるように形成した。このようにして、A1電極層を、その結晶の(111)面が圧電基板における $\text{LiNbO}_3$ のZ軸に垂直となるように、言い換えると、 $\text{LiNbO}_3$ のZ面すなわち(001)面に平行となるように、エピタキシャル成長させることができた。

【0053】次いで、上述の下地電極層およびA1電極層からなる電極をフォトリソグラフィ技術およびドライエッチング技術を用いて、インタディジタル形状に加工し、実施例に係る弾性表面波フィルタを得た。

【0054】上述の実施例による電極に備えるA1電極層のXRD極点図を図5に示されている。図5にある6箇所の点は、A1の(002)面からの反射信号の検出を示している。信号の検出点が6回対称を示すことから、A1の結晶が、A1の(111)軸を中心に $180^\circ$ 回転するような2種の結晶方位をもつ双晶構造であることがわかる。

【0055】比較例として、イオンエッチングによる処理を行わず、TiおよびA1の成膜を、基板温度 $200^\circ\text{C}$ において行なったところ、エピタキシャル膜は得られず、A1の(111)面が基板に垂直に成長する1軸配向膜となった。この比較例のXRD極点図を図6に示す。

【0056】耐電力性の比較を行なったところ、実施例に係る弾性表面波フィルタは、比較例に係る弾性表面波フィルタと比較すると、一定電力を加えたときの故障発生に至る時間が1000倍以上と長くなった。

【0057】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、圧電基板上に形成される電極に備えるA1電極層が、エピタキシャル成長した配向膜からなり、このA1電極層を構成する結晶の(111)面と圧電基板を構成する結晶の(001)面とが互いに平行であるといった配向を示すことから、電極のストレスミグレーションによるヒロックやボイドの発生が抑えられ、弾性表面波素子の耐電力性を改善することができる。

【0058】上述したA1電極層が、双晶構造を有する多結晶薄膜からなる場合には、結晶境界を通じての電極構成原子の自己拡散によるヒロックやボイドの成長を防ぐ効果が発揮されるとともに、塑性変形のしにくくなる耐電力性を高める効果が発揮され、弾性表面波素子の耐電力性をより高めることができる。

【0059】また、A1電極層と圧電基板との間に、たとえばTiおよびCrの少なくとも一方を主成分とする下地電極層が設けられていると、A1電極層におけるA1の結晶性をより向上させることができる。

【0060】この場合において、下地電極層が、A1電極層と同様、双晶構造を有する多結晶薄膜からなるときには、前述したA1電極層が双晶構造を有する多結晶薄膜からなる場合と同様の効果が発揮され、弾性表面波素子の耐電力性の一層の改善を図ることができる。

【0061】また、A1電極層を構成する結晶の〈011〉方向と圧電基板を構成する結晶の〈100〉方向とが互いに一致していると、また、下地電極層を備える場合には、さらに下地電極層を構成する結晶の〈100〉方向が上述した各方向と一致していると、電極の耐ストレスマイグレーション性がより高められ、弾性表面波素子の耐電力性をより確実に改善することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態による弾性表面波素子1の一部を示す断面図である。

【図2】図1に示した圧電基板2の表面を図解的に示す断面図であり、その表面の加工変質層を取り除いた後に露出されるZ面6を示している。

【図3】図2に示したZ面6の平面図であり、(a)は、その上に配列される酸素原子7を図解的に示し、

(b)は、さらにその上に配列されるTi原子8およびさらにその上に配列されるA1原子9を図解的に示している。

【図4】(a)は、 $\text{LiNbO}_3$ のZ面すなわち(001)面上に配列された酸素原子7を示し、(b)は、Tiの(001)面を示し、(c)は、A1の(111)面を示している。

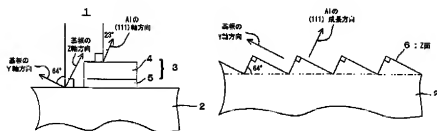
【図5】この発明の特定の実施例に係るA1電極層のXRD極点図である。

【図6】比較例に係るA1電極層のXRD極点図である。

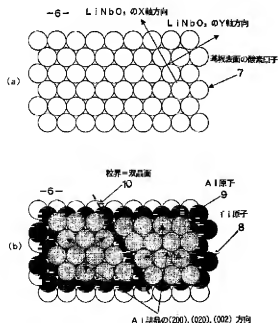
#### 【符号の説明】

- 1 弾性表面波素子
- 2 圧電基板
- 3 電極
- 4 A1電極層
- 5 下地電極層
- 6 圧電基板のZ面すなわち(001)面
- 8 Ti原子
- 9 A1原子

【図1】

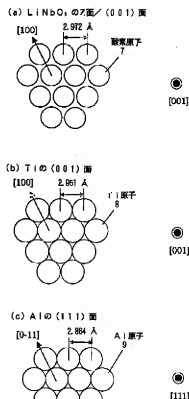


【図3】

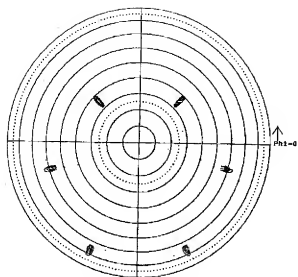


【図2】

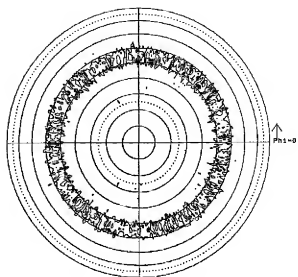
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 和裕  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J097 AA25 AA31 FF03 GG04 HA02

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-353768

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl. H03H 9/145

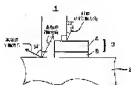
H03H 9/25

(21)Application number : 2001-161741

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 30.05.2001 (72)Inventor : NAKAGAWARA OSAMU  
SAEKI MASAHIKO  
INOUE KAZUHIRO

#### (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT



(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a surface acoustic wave element with an excellent power withstanding performance by forming an electrode excellent in resistance to stress migration performance onto a piezoelectric substrate.

**SOLUTION:** A background electrode layer 5 whose major component is Ti or Cr



is formed as an electrode 3 formed on the piezoelectric substrate 2 and an aluminum electrode layer 4 whose major component is aluminum is formed on the electrode layer 5. An epitaxially grown orientation film is provided to the aluminum electrode layer 4 and the background electrode layer 5, the (111) plane of the crystal of the aluminum electrode layer 4 and the (001) or (100) plane of the crystal of the background electrode layer 5 are oriented in parallel with the (001) plane of the crystal of the piezoelectric substrate 2.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The field (111) of the crystal equipped with a piezo-electric substrate and the electrode formed on said piezo-electric substrate which it is a surface acoustic element, said electrode is equipped with aluminum electrode layer which uses aluminum as a principal component, and said aluminum electrode layer consists of epitaxially grown orientation film, and constitutes said aluminum electrode layer, and the field (001) of the crystal which constitutes said piezo-electric substrate are an parallel surface acoustic element mutually.

[Claim 2] The surface acoustic element according to claim 1 the <011> directions of the crystal which constitutes said aluminum electrode layer, and whose <100> directions of the crystal which constitutes said piezo-electric substrate correspond mutually.

[Claim 3] Said aluminum electrode layer is a surface acoustic element according to claim 1 or 2 which consists of a polycrystal thin film which has twin crystal structure.

[Claim 4] Said electrode is a surface acoustic element according to claim 1 to 3 further equipped with the substrate electrode layer for raising the crystallinity of said aluminum electrode layer established between said aluminum electrode layers and said piezo-electric substrates.

[Claim 5] Said substrate electrode layer is a surface acoustic element according to claim 4 which uses either [ at least ] Ti or Cr as a principal component.

[Claim 6] For said substrate electrode layer, the field (111) of the crystal which consists of epitaxially grown orientation film and constitutes said aluminum electrode layer, the field (001) of the crystal which constitutes said substrate electrode layer or (100) a field, and the field (001) of the crystal which constitutes said piezo-electric substrate are a parallel surface acoustic element according to claim 4 or 5 mutually.

[Claim 7] The surface acoustic element according to claim 6 the  $\langle 011 \rangle$  directions of the crystal which constitutes said aluminum electrode layer, the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes said substrate electrode layer, and whose  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes said piezo-electric substrate correspond mutually.

[Claim 8] Both said aluminum electrode layer and said substrate electrode layer are a surface acoustic element according to claim 6 or 7 which consists of a polycrystal thin film which has twin crystal structure.

[Claim 9] Said piezo-electric substrate is  $\text{LiNbO}_3$  of 64-degree Y-X cut. The crystal which consists of a single crystal and constitutes said aluminum electrode layer is a surface acoustic element according to claim 1 to 8 which has the crystal orientation which carries out orientation in the fixed direction so that the direction of a normal of the (111) field and the Z-axis of the crystal which constitutes said piezo-electric substrate may be substantially in agreement.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the amelioration about the crystal structure of the electrode of a surface acoustic element especially about a surface acoustic wave resonator or a surface acoustic element like a surface acoustic wave filter.

[0002]

[Description of the Prior Art] Surface acoustic elements are the electronic parts which used the surface acoustic wave which mechanical oscillation energy concentrates only near a solid-state front face, and spreads as everyone knows, and are constituted with an electrode like the INTADIJITARU electrode for impressing a signal generally formed on the piezo-electric substrate which has piezoelectric, and this piezo-electric substrate, and/or a grating electrode.

[0003] In such a surface acoustic element, as an electrode material, electrical resistivity is low and it is common to use the thing which uses aluminum with small specific gravity as a principal component, i.e., an aluminum independent, and aluminum system alloy.

[0004] However, if stress migration-proof nature is bad and switches on big power, as for aluminum, a hillock and a void may occur in an electrode, \*\* and an electrode may be short-circuited or disconnected soon, and a surface acoustic element may result in destruction.

[0005] In order to aim at solution of the problem mentioned above, the method of raising power-proof nature is proposed in JP,7-162255,A by raising a crystal stacking tendency, using an ion beam spatter as a method of forming an electrode (the 1st conventional technique).

[0006] Moreover, by carrying out epitaxial growth of the aluminum, the orientation of the crystal orientation is made to carry out in the fixed direction, and the

method of raising power-proof nature is proposed by it in JP,3-48511,A (the 2nd conventional technique).

[0007] On the other hand, it is indicated by JP,6-6173,A that the power-proof nature of an electrode is excellent, so that crystal grain is small (the 3rd conventional technique).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the 1st and 3rd conventional techniques, when turned to a RF and a large power application, there is a problem that power-proof nature is inadequate.

[0009] Moreover, the 2nd conventional technique is  $\text{LiNbO}_3$  large and used [ can apply only to the Xtal substrate substantially, therefore ] for the filter etc. widely. Or  $\text{LiTaO}_3$  There is a problem that it is difficult to obtain a crystalline good epitaxial film on a substrate.

[0010] Then, the object of this invention is offering the surface acoustic element which can solve a problem which was mentioned above.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the technical technical problem which this invention is equipped with a piezo-electric substrate and the electrode formed on said piezo-electric substrate, and it is turned to the surface acoustic element which this electrode equips with aluminum electrode layer which uses aluminum as a principal component, and was mentioned above, aluminum electrode layer consists of epitaxially grown orientation film, and it is related with the relation of field bearing of the epitaxial growth of aluminum electrode layer and a piezo-electric substrate. It is characterized by the field (001) of the crystal with which the crystal which constitutes aluminum electrode layer constitutes the (111) field and piezo-electric substrate maintaining and carrying out crystal growth of the parallel relation mutually.

[0012] In this invention, aluminum electrode layer is maintaining and carrying out crystal growth of the relation the  $\langle 011 \rangle$  directions of the crystal which constitutes aluminum electrode layer, and whose  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which

constitutes a piezo-electric substrate corresponded mutually preferably about the epitaxial relation of the orientation within a field in the field (111) of aluminum electrode layer, and the field (001) of a piezo-electric substrate.

[0013] It is desirable that it is what consists of a polycrystal thin film which has twin crystal structure while aluminum electrode layer consists of epitaxially grown orientation film, as mentioned above.

[0014] As for an electrode, in this invention, it is desirable to have further a substrate electrode layer for raising the crystallinity of aluminum electrode layer established between aluminum electrode layer and a piezo-electric substrate. This substrate electrode layer is using either [ at least ] Ti or Cr as the principal component preferably.

[0015] As mentioned above, when it has a substrate electrode layer, as for a substrate electrode layer, it is desirable that the field (111) of the crystal with which it consists of epitaxially grown orientation film, and the relation of field bearing of the epitaxial growth of aluminum electrode layer, a substrate electrode layer, and a piezo-electric substrate constitutes aluminum electrode layer, the field (001) of the crystal which constitutes a substrate electrode layer or (100) a field, and the field (001) of the crystal which constitutes a piezo-electric substrate are mutually parallel.

[0016] In an above-mentioned case, it is related with the epitaxial relation of the orientation within a field in the field (111) of aluminum electrode layer, the field (001) of a substrate electrode layer, or (100) a field and the field (001) of a piezo-electric substrate. It is more desirable that the  $\langle 011 \rangle$  directions of the crystal which constitutes aluminum electrode layer, the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes a substrate electrode layer, and the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes a piezo-electric substrate are maintaining and carrying out crystal growth of the relation which was mutually in agreement.

[0017] Moreover, as for both aluminum electrode layer and a substrate electrode layer, it is more desirable that it is what consists of a polycrystal thin film which it is not only what consists of epitaxially grown orientation film, but has twin crystal

structure.

[0018] Moreover, at the more concrete embodiment of this invention, a piezo-electric substrate is  $\text{LiNbO}_3$  of 64-degree Y-X cut. The crystal which consists of a single crystal and constitutes aluminum electrode layer has the crystal orientation which carries out orientation in the fixed direction so that it may be substantially in agreement so that the direction of a normal of that (111) field and the Z-axis of the crystal which constitutes a piezo-electric substrate may be in agreement in general.

[0019] <BR> [Embodiment of the Invention] This invention comes to make this by having acquired the following knowledge.

[0020] That is, when three crystallographics axis of aluminum use the electrode which uses aluminum as a principal component as 3 shaft orientation film assembled in the fixed direction, it is known that stress migration-proof nature will improve. However,  $\text{LiNbO}_3$  used [ in / the filter etc. / an electromechanical coupling coefficient is large and ] widely A substrate or  $\text{LiTaO}_3$  The above crystallinity was not able to form good 3 shaft orientation film conventionally on the substrate.

[0021] Then,  $\text{LiNbO}_3$  It will be  $\text{LiNbO}_3$ , if Ti film is formed as a substrate electrode layer on a substrate and aluminum is vapor-deposited on it. aluminum film which grew epitaxially on the substrate was able to be formed. For the crystallinity of this aluminum film, it is very good and the shaft (111) of aluminum is  $\text{LiNbO}_3$  of 64-degree Y-X cut. The special orientation which is in agreement with Z shaft orientations of a substrate was shown.

[0022] And as a result of examining the crystal structure of this epitaxially grown aluminum orientation film in a detail, it turned out that it has twin crystal structure. It has the description that twin crystal structure has a high mechanical strength since the direction of a crystallographic axis is not uniform, and the description that grain boundary diffusion cannot happen easily since it is the tropism of your kind consideration. Therefore, it turned out that the surface acoustic element which formed the electrode with such aluminum orientation film may raise the

power-proof nature remarkably.

[0023] Drawing 1 is the sectional view showing a part of surface acoustic element 1 by 1 operation gestalt of this invention, and shows the part by which the electrode 3 was formed on the piezo-electric substrate 2.

[0024] The piezo-electric substrate 2 is  $\text{LiNbO}_3$ . It consists of piezoelectric ingredients like a single crystal. Moreover, an electrode 3 is equipped with aluminum electrode layer 4 which uses aluminum as a principal component, and the substrate electrode layer 5 for raising the crystallinity of aluminum is further formed between aluminum electrode layer 4 and the piezo-electric substrate 2. The substrate electrode layer 5 is using either [ at least ] Ti or Cr as the principal component.

[0025] In addition, although not illustrated, the protective coat of wrap electric insulation may be further formed in the front face and side face of an electrode 3.

[0026] As a piezo-electric substrate 2, it is  $\text{LiNbO}_3$  of 64-degree Y-X cut preferably. The substrate which consists of a single crystal is used. Therefore, Y shaft orientations and Z shaft orientations of a crystal of the piezo-electric substrate 2 are suitable in the direction shown in drawing 1 by the arrow head, respectively. There are X shaft orientations in the direction vertical to space.

[0027] It is in charge of forming an electrode 3 on the piezo-electric substrate 2, for example, pretreatment by ion etching is performed. This is for removing a damaged layer with a thickness of several nm produced on the front face of the piezo-electric substrate 2 by polish etc., and can expose the crystal face which can grow epitaxially on the front face of the piezo-electric substrate 2 by it.

[0028] As a result of removing the damaged layer mentioned above, as shown in drawing 2 R> 2, the front face of the piezo-electric substrate 2 serves as very minute stair-like structure which made 6 [ page / Zth ] the terrace. The oxygen atom 7 is in the condition of having ranked with 2.972Å spacing so that the circle of void may show the outermost surface, this Zth page 6, i.e., (001), field, in illustration in drawing 3 (a).

[0029] drawing 4 (a) --  $\text{LiNbO}_3$  from -- the condition that the oxygen atom 7 is



located in a line on the outermost surface, the Zth page 6, i.e., (001), the field, of the becoming piezo-electric substrate 2, is shown. The oxygen atom 7 had spacing of 2.972Å, and is located in a line.

[0030] Subsequently, the substrate electrode layer 5 is formed on Zth page 6 of the piezo-electric substrate 2 with which the oxygen atom 7 was arranged as mentioned above. If the minimum atom spacing forms Ti of hexagonal close-packed structure by 2.920Å in order to form the substrate electrode layer 5 for example, it will grow epitaxially in the direction in which the field (001) of the crystal of the Ti atom 8 becomes in parallel with the Zth page 6, i.e., (001), the field, of the piezo-electric substrate 2 so that the circle which gave comparatively high shading of concentration in drawing 3 (b) may show in illustration.

[0031] The field (001) of the crystal of the Ti atom 8 is shown in drawing 4 (b). Since it is easy to be connected with the oxygen atom 7 shown in drawing 4 (a), the Ti atom 8 is LiNbO<sub>3</sub> as a piezo-electric substrate 2. It grows epitaxially with spacing of 2.951Å near 2.972Å which is spacing of the oxygen atom 7 shown in drawing 4 on a substrate (a). Therefore, in the substrate electrode layer 5 which consists of a Ti atom 8, good crystallinity can be acquired compared with aluminum electrode layer 4 in the case of forming directly aluminum electrode layer 4 mentioned later on the piezo-electric substrate 2.

[0032] In formation of the substrate electrode layer 5 mentioned above, the approach of forming with a vacuum deposition method at the temperature of 100 degrees C or less is applied. In this vacuum deposition method, if temperature higher than 100 degrees C is given, since the direction of orientation of the Ti atom 8 will change, in membrane formation of aluminum electrode layer 4 mentioned later, it changes so that the field (111) or (110) field of aluminum crystal may grow at right angles to the piezo-electric substrate 2, and is hard to acquire good crystallinity.

[0033] Subsequently, aluminum electrode layer 4 is formed on the substrate electrode layer 5. More, in a detail, it grows epitaxially so that the circle which it gave comparatively low shading of concentration in drawing 3 (b) by 2.864Å

when the minimum atom spacing formed aluminum of face centered cubic structure on the substrate [ in which the Ti atom 8 was arranged ] electrode layer 5 may show in illustration, and the field (111) of the crystal of the aluminum atom 9 may become in parallel with the field (001) of Ti. Thus, obtained aluminum electrode layer 4 shows the outstanding migration-proof nature.

[0034] Furthermore, as shown in drawing 3 (b), aluminum electrode layer 4 which has the crystal structure with two sorts of crystal orientation which the revolving shaft was set [ crystal orientation ] as the shaft prolonged in Z shaft orientations of the piezo-electric substrate 2, and rotated each other 180 degrees depending on how may be formed. [ the aluminum atom 9 ] Generally such the crystal structure is called twin crystal. Two sorts of above-mentioned crystal orientation appears in one half of probabilities, respectively, and obtained aluminum electrode layer 4 serves as polycrystal which has the grain boundary, i.e., a twin plane, in a location as shown with the thick broken line 10.

[0035] In addition, although the Ti atom 8 was illustrated by one atomic layer in drawing 3 (b) in order to simplify a graphic display, a number thru/or several 100 atomic layer are formed actually.

[0036] In drawing 3 (b), (200) and (020) (002) the direction of aluminum crystal are shown by the arrow head. In addition, actually, these shafts do not exist on the space of drawing 3 (c), and have turned to the near side from about 35-degree space.

[0037] Thus, as shown in drawing 1 , it is LiNbO<sub>3</sub> of 64-degreeY-X cut. On the piezo-electric substrate 2 which consists of a substrate, aluminum electrode layer 4 in which the field (111) grew up to be parallel, the Zth page 6, i.e., (001), field, can be obtained.

[0038] Generally, it is said that existence of the grain boundary in aluminum electrode layer degrades the power-proof nature of a surface acoustic element. This is because the defect to which aluminum carries out a self-diffusion and is called a hillock and a void by the stress migration through a grain boundary grows. However, if it is in aluminum electrode layer 4 of the polycrystal obtained

according to this operation gestalt, the grain boundary is below 1 atom spacing, and the self-diffusion which leads this grain boundary does not happen substantially.

[0039] On the other hand, about a metaled mechanical strength, the polycrystal is more expensive than a single crystal. This is based on a metaled plastic deformation mechanism. That is, although plastic deformation produces skid deformation of the crystal by external force (oscillation by the piezo-electric effect if it is in the field of a surface acoustic element) etc., it originates in the activity of two or more skid systems being required with polycrystal in a single crystal to being caused only by the activity of the skid system which is the easiest to work (reference: the 5th edition of the Maruzen "metal handbook" revision, the 337-343rd page). Since it is such, the difficulty of occurring of plastic deformation is connected also with the difficulty of occurring of the electrode destruction by the stress migration, and brings about power-proof nature with the high electrode structure where particle size is small.

[0040] It can consider as the thing having the effectiveness which protects from these things growth of the hillock by the self-diffusion of the electrode configuration atom which leads a grain boundary by using aluminum electrode layer 4 as the orientation film with twin crystal structure, or a void, and the power-proof [ quantity ] nature resulting from the difficulty of carrying out of plastic deformation which was dramatically excellent in power-proof nature.

[0041] Although the relation of field bearing of the epitaxial growth of aluminum electrode layer 4, the substrate electrode layer 5, and the piezo-electric substrate 2 has the field (111) of the crystal which constitutes aluminum electrode layer 4, the field (001) of the crystal which constitutes the substrate electrode layer 5, and the mutually parallel field (001) of the crystal which constitutes the piezo-electric substrate 2 as mentioned above It is related with the epitaxial relation of the orientation within a field in the field (111) of aluminum electrode layer 4, the field (001) of the substrate electrode layer 5, and the field (001) of the piezo-electric substrate 2. It is desirable that the  $\langle 011 \rangle$  directions of the crystal which

constitutes aluminum electrode layer 4, the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes the substrate electrode layer 5, and the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes the piezo-electric substrate 2 are maintaining and carrying out crystal growth of the relation which was mutually in agreement.

[0042] It is defined as the direction which connects the core of the nearest neighbour atom in the same element array within the field (111) of aluminum electrode layer 4 to the  $\langle 011 \rangle$  directions of aluminum electrode layer 4 mentioned above, and the  $[0-11]$  direction shown in drawing 4 (c) is mentioned as an example. In addition, the  $\langle 110 \rangle$  directions contain all of  $[110]$  which is the equivalent direction of [ at the time of taking symmetric property into consideration ],  $[1-10]$ ,  $[-110]$ ,  $[101]$ ,  $[-101]$ ,  $[10-1]$ ,  $[011]$ ,  $[01-1]$ ,  $[0-11]$ , etc.

[0043] Moreover, it is defined as the direction which connects the core of the nearest neighbour atom in the same element array within the field (001) of the substrate electrode layer 5 to the  $\langle 100 \rangle$  directions of the substrate electrode layer 5, and  $[100]$  shown in drawing 4 (b) is mentioned as an example.

[0044] Moreover, it is defined as the direction which connects the core of the nearest neighbour atom in the same element array within the field (001) of the piezo-electric substrate 2 to the  $\langle 100 \rangle$  directions of the piezo-electric substrate 2, and  $[100]$  shown in drawing 4 R> 4 (a) is mentioned as an example.

[0045] In addition, the  $\langle 100 \rangle$  directions of the substrate electrode layer 5 and the piezo-electric substrate 2 are  $[100]$  which is the equivalent direction of [ at the time of taking symmetric property into consideration ],  $[-100]$ , and  $[010]$   $[0-10]$ . All of  $[001]$ ,  $[00-1]$ , etc. are included.

[0046] It is  $\text{LiNbO}_3$  although aluminum electrode layer 4 was used as the orientation film with twin crystal structure with the operation gestalt mentioned above. Or  $\text{LiTaO}_3$  As for aluminum electrode layer, in the case of the surface acoustic element equipped with the piezo-electric substrate which consists of a single crystal, the crystal does not necessarily need to have twin crystal structure. namely, the crystal orientation which as for aluminum electrode layer carries out orientation in the fixed direction so that the direction of a normal of the field (111)

of aluminum crystal and the Z-axis of the crystal of a piezo-electric substrate may only be substantially in agreement -- even having -- that what is necessary is just to be, it may be 1 shaft orientation or you may be 3 shaft orientation.

[0047] Moreover, at the operation gestalt mentioned above, it is LiNbO<sub>3</sub> of 64-degreeY-X cut as a piezo-electric substrate 2. Although the substrate was used, since a surface damaged layer can be removed by pretreatment and the crystal face which can grow epitaxially can be exposed, it is effective also to a substrate with a different cut angle. Moreover, LiTaO<sub>3</sub> the crystal structure bears a close resemblance [ LiTaO ] The same effectiveness is acquired also in a substrate. Furthermore, LiNbO<sub>3</sub> A substrate or LiTaO<sub>3</sub> Piezo-electric substrates other than a substrate can also be used.

[0048] Moreover, although aluminum was used as an ingredient of aluminum electrode layer 4, the alloy which carried out minute amount addition of the additive which has effectiveness on a power-proof disposition, for example, Cu, Mg, nickel, Mo, etc., at aluminum may be used.

[0049] Moreover, although Ti was used, even if it uses the alloy which uses Ti as a principal component as an ingredient of the substrate electrode layer 5, other metals which have effectiveness on the crystal disposition of aluminum, for example, the alloy which uses Cr or Cr as a principal component, may be used further.

[0050] Moreover, although ion etching was used for pretreatment of the piezo-electric substrate 2, chemical machinery polish, scrubber washing, etc. may use other approaches.

[0051]

[Example(s) of Experiment] In order to produce the surface acoustic wave filter concerning the example of this invention, it is LiNbO<sub>3</sub> of 64-degreeY-X cut first. To the piezoelectric substrate, pretreatment by ion etching was performed and the damaged layer with a thickness of several nm which exists in a substrate front face was removed.

[0052] Next, aluminum electrode layer which forms the substrate electrode layer

which consists of Ti in the substrate temperature of 50 degrees C so that it may become the thickness of 5nm, then consists of aluminum with electron beam vacuum deposition was formed so that it might become the thickness of 200nm. Thus, LiNbO<sub>3</sub> [ in / for aluminum electrode layer / in the field (111) of the crystal / a piezo-electric substrate ] It is LiNbO<sub>3</sub>, when it puts in another way so that it may become vertical to the Z-axis. Epitaxial growth was able to be carried out so that it might become parallel to the Zth page, i.e., (001), a field.

[0053] Subsequently, the electrode which consists of an above-mentioned substrate electrode layer and above-mentioned aluminum electrode layer was processed into the INTADJITARU configuration using the photolithography technique and the dry etching technique, and the surface acoustic wave filter concerning an example was obtained.

[0054] The XRD pole figure of aluminum electrode layer with which the electrode by the above-mentioned example is equipped is shown in drawing 5 . Six points in drawing 5 show detection of the reflective signal from the field (002) of aluminum. Since the detecting point of a signal shows the symmetry 6 times, it turns out that it is the twin crystal structure where the crystal of aluminum has two sorts of crystal orientation which rotated 180 degrees centering on the shaft (111) of aluminum.

[0055] When processing by ion etching was not performed as an example of a comparison but membrane formation of Ti and aluminum was performed in the substrate temperature of 200 degrees C, the epitaxial film was not obtained but the field (111) of aluminum became 1 shaft orientation film which grows at right angles to a substrate. The XRD pole figure of this example of a comparison is shown in drawing 6 .

[0056] When power-proof nature was compared, as for the surface acoustic wave filter concerning an example, the time amount which results in failure generating when applying fixed power as compared with the surface acoustic wave filter concerning the example of a comparison became as long as 1000 or more times.

[0057]

[Effect of the Invention] As mentioned above, aluminum electrode layer with which the electrode formed on a piezo-electric substrate is equipped according to this invention consists of epitaxially grown orientation film, since the field (111) of the crystal which constitutes this aluminum electrode layer, and the field (001) of the crystal which constitutes a piezo-electric substrate show mutually the orientation of being parallel, generating of the hillock by the stress migration of an electrode or a void is suppressed, and the power-proof nature of a surface acoustic element can be improved.

[0058] When aluminum electrode layer mentioned above consists of a polycrystal thin film which has twin crystal structure, while the effectiveness which prevents growth of the hillock by the self-diffusion of the electrode configuration atom which leads a grain boundary, or a void is demonstrated, the effectiveness which raises the power-proof nature by the difficulty of carrying out of plastic deformation is demonstrated, and the power-proof nature of a surface acoustic element can be raised more.

[0059] Moreover, if the substrate electrode layer which uses either [ at least ] Ti or Cr as a principal component is prepared between aluminum electrode layer and the piezo-electric substrate, the crystallinity of aluminum in aluminum electrode layer can be raised more.

[0060] In this case, when a substrate electrode layer consists of a polycrystal thin film which has twin crystal structure like aluminum electrode layer, the same effectiveness as the case where aluminum electrode layer mentioned above consists of a polycrystal thin film which has twin crystal structure is demonstrated, and much more improvement of the power-proof nature of a surface acoustic element can be aimed at.

[0061] Moreover, if the  $\langle 011 \rangle$  directions of the crystal which constitutes aluminum electrode layer, and the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which constitutes a piezo-electric substrate are mutually in agreement, and if in agreement with each direction which the  $\langle 100 \rangle$  directions of the crystal which

constitutes a substrate electrode layer further mentioned above in having a substrate electrode layer, the stress migration-proof nature of an electrode is raised more, and can improve the power-proof nature of a surface acoustic element more certainly.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing a part of surface acoustic element 1 by 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing in illustration the front face of the piezo-electric substrate 2 shown in drawing 1, and Z page 6 exposed after removing the damaged layer of the front face is shown.

[Drawing 3] The oxygen [ which was shown in drawing 2 ] atom 7 with which the Zth page is the top views of 6 and (a) is arranged on it is shown in illustration, and (b) shows in illustration the Ti atom 8 and the aluminum atom 9 further arranged on it further arranged on it.

[Drawing 4] (a) is LiNbO<sub>3</sub>. The oxygen atom 7 arranged on the Zth page, i.e., (001), a field, is shown, (b) shows the field (001) of Ti and (c) shows the field



(111) of aluminum.

[Drawing 5] It is the XRD pole figure of aluminum electrode layer concerning the specific example of this invention.

[Drawing 6] It is the XRD pole figure of aluminum electrode layer concerning the example of a comparison.

[Description of Notations]

1 Surface Acoustic Element

2 Piezo-electric Substrate

3 Electrode

4 Aluminum Electrode Layer

5 Substrate Electrode Layer

(6 Zth Page, i.e., (001), Field, of Piezo-electric Substrate)

8 Ti Atom

9 Aluminum Atom

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

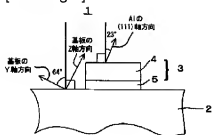
3.In the drawings, any words are not translated.

---

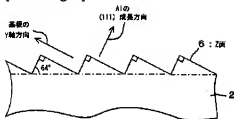
DRAWINGS

---

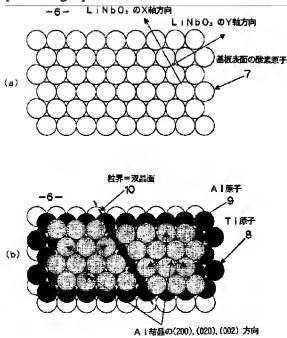
[Drawing 1]



[Drawing 2]

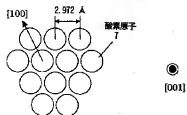


[Drawing 3]

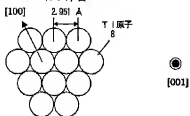


[Drawing 4]

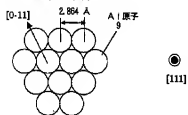
(a)  $\text{LiNbO}_3$  のZ面 /  $(001)$  面



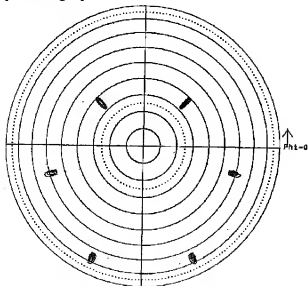
(b)  $\text{Ti}$  の  $(001)$  面



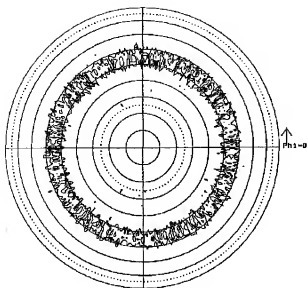
(c)  $\text{Al}$  の  $(111)$  面



[Drawing 5]



[Drawing 6]



---

[Translation done.]